

## Unexamined Patent Application Publication

5 Publication No.: H7-231098

Date of Publication: August 29, 1995

Application No.: H6-40523

Date of Filing: February 15, 1994

Applicant: Semiconductor Energy Laboratory

10 Inventor: Zhang Hongyong

Title of the Invention: Method of manufacturing  
semiconductor device

Abstract:

15 Object: To provide a crystalline silicon film having  
superior characteristics.

Constitution: A silicon film having a low crystallinity  
of 0.1-99.9%, preferably 1-99%, which silicon film is  
obtained by performing thermal annealing at 400-620°C,  
preferably 520-620°C, and more preferably 550-600°C for 1-  
20 12 hours, is irradiated with ultraviolet laser beams,  
whereby the crystallinity of the silicon film is improved  
for a short period of time and a uniform crystalline  
silicon film is obtained.

25 [0015] Next, thermal annealing was performed at 600°C

for 4 hours under nitrogen atmosphere (atmospheric pressure). By this thermal annealing, excess hydrogen in the silicon film was released and the film had a low degree of crystallinity. However, even by analysis of the silicon film with Raman scattering spectroscopy, no peak definitely belonging to crystalline silicon was observed unlike a polycrystalline silicon film, 90% or more of which is crystallized. Crystallinity of the film at this time is in a state in which at least nucleation for crystal growth occurs and a crystallized area is not more than 50%, typically, only 1-10% of the area of the film has been crystallized. Fine crystals having a size of not more than 1000Å, typically 20-100Å were observed by a transmission electron microscope (TEM). Although the size of crystals was small in this process, it was effective to inject silicon ions in advance at a dose of  $1 \times 10^{14}$ - $1 \times 10^{16}$  cm<sup>-2</sup> by ion implantation in obtaining bigger crystals (about 3-30 times in size) (Fig. 1(A)).

特開平7-231098

(43) 公開日 平成7年(1995)8月29日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 29/786				
21/336				
21/20		8418-4M		
21/268	Z	9056-4M	H 0 1 L 29/ 78	3 1 1 Y
審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 8 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平6-40523

(22) 出願日 平成6年(1994)2月15日

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所  
神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 張 宏勇

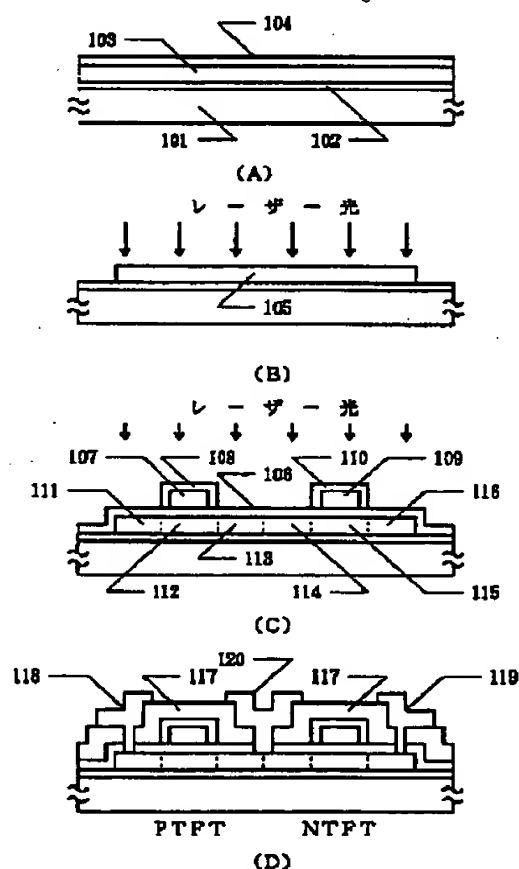
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

(54) 【発明の名称】 半導体装置の作製方法

## (57) 【要約】

【目的】 特性の優れた結晶性珪素膜を得る。

【構成】 400～620℃、好ましくは、520～620℃、より好ましくは、550～600℃で、1～12時間熱アニールすることによって結晶化度0.1～99.9%、好ましくは、1～99%の低度に結晶化させた珪素膜に紫外線レーザーを照射することによって、短時間で珪素膜の結晶性を向上させ、均一な結晶性珪素膜を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁表面を有する基板上に非単結晶珪素膜を形成する第1の工程と、

前記非単結晶珪素膜を400～620℃で加熱アニールすることによって、該珪素膜の結晶化度を0.1～99.9%とする第2の工程と、

該工程にひき続いて紫外線レーザー光を照射する第3の工程と、を有する半導体装置の作製方法。

【請求項2】 請求項1において、前記第1または第2の工程の後に、

前記島状の非単結晶半導体珪素膜を覆って、第3の工程において用いられる紫外線レーザー光を透過する絶縁性の被膜を形成する工程、を有する半導体装置の作製方法。

【請求項3】 請求項2において、前記第1の工程と第2の工程の間に、

該珪素膜に珪素イオンを $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ 注入する工程を有することを特長とする半導体装置の作製方法。

【請求項4】 請求項1において、第3の工程の後に、水素雰囲気中、200～450℃での熱アニールまたは水素のイオンドーピング法によって水素を添加して、珪素の不対結合手を中和する工程を有することを特長とする半導体装置の作製方法。

【請求項5】 請求項1において、第2の工程終了後、該アニール温度から、450℃まで、2～200℃/秒の速度で基板を冷却することを特長とする半導体装置の作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ガラス等の絶縁基板、あるいは各種基板上に形成された絶縁性被膜上に設けられた非単結晶珪素膜を有する半導体装置、例えば、薄膜トランジスタ(TFT)や薄膜ダイオード(TFD)、またはそれらを応用した薄膜集積回路、特にアクティブ型液晶表示装置(液晶ディスプレイ)用薄膜集積回路の作製方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、ガラス等の絶縁基板上にTFTを有する半導体装置、例えば、TFTを画素の駆動に用いるアクティブ型液晶表示装置やイメージセンサー、3次元集積回路等が開発されている。

【0003】 これらの装置に用いられるTFTには、薄膜状の珪素半導体を用いるのが一般的である。薄膜状の珪素半導体としては、非晶質珪素半導体(a-Si)からなるものと結晶性を有する珪素半導体からなるものの2つに大別される。結晶性を有する珪素半導体としては、多結晶珪素、微結晶珪素、結晶成分を含む非晶質珪素、結晶性と非晶質性の中間の状態を有するセミアモルファス珪素等が知られている。非晶質珪素半導体は作製

温度が低く、気相法で比較的容易に作製することが可能で量産性に富むため、最も一般的に用いられているが、移動度等の物性が結晶性を有する珪素半導体に比べて劣るため、今後より高速特性を得る為には、結晶性を有する珪素半導体からなるTFTの作製方法の確立が強く求められていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 結晶性を有する薄膜状の珪素半導体を得る方法としては、非晶質の半導体膜を成膜しておき、長時間、熱エネルギーを印加すること(熱アニール)により結晶化するという方法が知られている。この方法は固相成長法(SPC法)と称される。しかしながら、この場合には、通常、加熱温度として600℃以上、結晶成長をさらに高めるためには640℃以上以上の高温にすることが必要であり、基板が著しく制約を受けることが問題であり、また、結晶化に要する加熱時間が数十時間以上にも及ぶので、さらにその時間を短くすることが求められていた。

【0005】 これに対し、非晶質珪素膜にエキシマーレーザーのごとき紫外線レーザーを照射することによっても結晶性を有する珪素膜が得られた。この方法はレーザーアニール法、レーザー結晶化法と称される。この方法では処理時間は比較的短時間であったが、レーザーの出力の不安定性からTFT特性のバラツキを低減することができず、実用上の大きな障害となっていた。

【0006】 本発明は、このような現状を鑑みてなされたもので、SPC法とレーザー結晶化法の長所を巧みに取り入れ、量産性、特性に優れ、半導体デバイスを形成するに適した珪素膜を得ることを課題とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、予め400～620℃、好ましくは、520～620℃、例えば、550～600℃、1～12時間の熱アニールによって、水素が放出され、低度の結晶性を有せしめた非単結晶半導体膜(例えば、準多結晶とよぶ)に対し、紫外線レーザーを照射することによって結晶成長を向上せしめることを特徴とする。この際、レーザー照射前の珪素膜の結晶化の度合い(結晶性領域と非晶質領域の比率)は0.1～99.9%が好ましく、さらには、1～99%がより好ましい。熱アニールの時間は必要とする結晶化度およびアニール温度によって異なる。

【0008】 用いる紫外線レーザーとしては、KrFレーザー(波長248nm)、XeClレーザー(波長308nm)、ArFレーザー(波長193nm)、XeFレーザー(353nm)等のエキシマーレーザーが使用しやすい。また、その他にもNd:YAGレーザーの第3高調波もしくは第4高調波を用いてもよい。また、レーザー照射に際しては、用いるレーザー光を10%以上は吸収しない絶縁性の被膜を珪素膜上に形成してもよい。このような被膜の存在はレーザー照射による結晶成

長の際の表面の荒れを抑制する効果がある。

#### 【0009】

【作用】非晶質珪素膜は紫外線に対して不透明であるがゆえに、初期のレーザー照射においては表面近傍に集中的にエネルギーが吸収される。そのため膜全体にエネルギーを与えるには十分に強力なレーザーを照射しなければならないが、そのようなエネルギーでは表面においてはあまりにも過大であるためにかえって非晶質化や膜の蒸発（アブレーション）をもたらす。このため、非晶質珪素膜にレーザーを照射して結晶化をおこなう際にはレーザーのエネルギーの最適値が極めて狭く、すなわち、エネルギーが低ければ結晶化が進まず、逆にエネルギーが高すぎれば、膜が非晶質化もしくは蒸発してしまう。このような理由によって従来のレーザー結晶化法は量産性に難があった。

【0010】一方、1～99%の結晶化度の低度に結晶化させた珪素薄膜は、紫外線に対して半透明な状態である。この状態で紫外線レーザー光を照射すると膜のほぼ全域にまんべんなくレーザーのエネルギーが吸収される。この結果、結晶化の度合いが膜の厚さによらず一定であり、極めて均一な特性を得ることができる。さらに、ある程度の結晶化が進行しているので、少量のエネルギーを追加するだけで、既に存在する結晶を核として、より高度の結晶化が進行する。さらに、ある程度の結晶性を有しているので、熱伝導度が高く、余分なエネルギーはただちに他へ移動することができる。このため、照射に必要なレーザーのエネルギーも従来のレーザー結晶化法の場合よりも低くても良い。

【0011】0.1～99.9%の結晶化度を有する珪素膜を得るには、400～620℃、好ましくは、520～620℃、例えば550～600℃、1～12時間の熱アニールをおこなえばよい。本発明では、熱アニールに要する時間は温度に依存するが、600℃の場合には4時間以内であり、従来の数十時間から大幅に短縮された。より低温の熱アニール（例えば、500～550℃）では、熱アニール時間は長くなるが、アニール工程で基板に与える影響は十分に小さくなり、基板選択の余地が広がる。

#### 【0012】

##### 【実施例】

【実施例1】本実施例はガラス基板上に形成された結晶性珪素膜を用いたPチャネル型TFT（PTFTという）とNチャネル型TFT（NTFTという）とを相補型に組み合わせた回路を形成する例で、その作製工程の概要は図1（A）～（D）に示される。本実施例に示す回路は、アクティブ型の液晶表示装置の画素電極のスイッチング素子や周辺ドライバ回路、さらにはイメージセンサや3次元集積回路に応用することができる。

【0013】まず、基板（コーニング7059）101上にスパッタリング法によって厚さ2000Åの酸化珪

素の下地膜102を形成した。基板は、下地膜の成膜の前もしくは後に、歪み温度よりも高い温度でアニールをおこなった後、0.1～1.0℃/分で歪み温度以下まで徐冷すると、その後の温度上昇を伴う工程（本発明の赤外光照射を含む）での基板の収縮が少なく、マスク合わせが用意となる。コーニング7059基板では、620～660℃で1～4時間アニールした後、0.1～1.0℃/分、好ましくは、0.03～0.3℃/分で徐冷し、400～500℃まで温度が低下した段階で取り出すとよい。

【0014】そして、プラズマCVD法によって、厚さ300～1500Å、例えば800Åの真性（I型）の非晶質珪素膜103を成膜した。さらに、その上にプラズマCVD法によって厚さ100～800Å、例えば200Åの酸化珪素膜104を堆積した。これは、以下の熱アニール工程において保護膜となり、膜表面の荒れを防止する。

【0015】次に、窒素雰囲気下（大気圧）、600℃で4時間、熱アニールした。この熱アニールによって、珪素膜中の余剰の水素は放出され、膜は低度の結晶性を有することとなった。ただし、珪素膜をラマン散乱分光法によって分析しても、90%以上が結晶化している多結晶珪素被膜のように、明確に珪素結晶に起因するピークを認めることはできなかった。このときの膜の結晶性は、結晶成長用の核発生が少なくともおこなわれ、結晶化した面積が50%以下、代表的には1～10%の面積しか結晶化していない状態である。TEM（透過型電子顕微鏡）による観察では1000Å以下、典型的には20～100Åの微細な結晶が観察された。この工程では結晶の大きさは小さかったが、より大きな結晶（3～30倍程度）を得るには、この珪素膜に、予めイオン注入法によって $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ のドーズ量で珪素イオンを注入しておく有効であった。（図1（A））

【0016】この工程の後に、珪素膜をバターニングして、TFTの島状の活性層105を形成した。活性層105の大きさはTFTのチャネル長とチャネル幅を考慮して決定される。小さなものでは、 $50 \mu\text{m} \times 20 \mu\text{m}$ 、大きなものでは $100 \mu\text{m} \times 1000 \mu\text{m}$ であった。このような活性層を基板上に多く形成した。

【0017】そして、KrFエキシマーレーザー（波長248nm、パルス幅30ns）を3～20ショット照射し、活性層の結晶化をおこなった。レーザーのエネルギー密度は200～450mJ/cm<sup>2</sup>であった。このような大きなエネルギーの照射をおこなう前に、100～200mJ/cm<sup>2</sup>の比較的、低エネルギーのレーザー照射を事前におこなうと、膜の結晶化の均一性が向上した。レーザー照射は真空中でおこなうとより大きな効果が得られた。また、レーザー照射の際、基板を150～450℃、代表的には200～300℃に加熱す

5

ると、より良好な特性、均一性が得られた。(図1(B))

【0018】なお、レーザー照射の際、その表面に保護膜として酸化珪素または窒化珪素膜を形成してることが好ましい。これは、珪素膜105の表面の状態を良くするためである。ただし、レーザー光の透過性を考慮すると、本実施例のごとき、波長の短いKrFレーザーを用いる場合には窒化珪素膜は適当でない。XeClレーザーを用いる場合には窒化珪素膜でも問題はなかった。

【0019】以上のレーザー照射工程が終了したのちに、200~500℃、代表的には350℃で水素アニールをおこなうと、珪素膜中の欠陥を減少させる上で有効であった。また、 $1 \times 10^{18} \sim 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ の量の水素のイオンドープをおこない、さらに200~300℃の熱処理によっても同じ効果が得られた。

【0020】レーザー照射工程後に、プラズマCVD法によって厚さ1000Åの酸化珪素膜106をゲイト絶縁膜として成膜した。CVDの原料ガスとしてはTEOS(テトラ・エトキシ・シラン、 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ )と酸素を用い、成膜時の基板温度は300~550℃、例えば350℃とした。

【0021】引き続き、スパッタリング法によって、厚さ3000~8000Å、例えば5000Åのアルミニウム(0.01~0.25%の周期律表III aの希土類元素を含む)を成膜した。そしてアルミニウム膜をパターンニングして、ゲイト電極107、109を形成した。さらに、このアルミニウムの電極の表面を陽極酸化して、表面に酸化物層108、110を形成した。この陽極酸化は、酒石酸が1~5%含まれたエチレングリコール溶液中で行った。得られた酸化物層108、110の厚さは2000Åであった。なお、この酸化物108と110とは、後のイオンドーピング工程において、オフセットゲイト領域を形成する厚さとなるので、オフセットゲイト領域の長さを上記陽極酸化工程で決めることができる。

【0022】次に、イオンドーピング法(プラズマドーピング法とも言う)によって、ゲイト電極部(すなわちゲイト電極107とその周囲の酸化層108、ゲイト電極109とその周囲の酸化層110)をマスクとして、自己整合的にPもしくはN導電性を付与する不純物を珪素膜105に添加した。ドーピングガスとして、フォスフィン( $\text{PH}_3$ )およびジボラン( $\text{B}_2\text{H}_6$ )を用い、前者の場合は、加速電圧を60~90kV、例えば80kV、後者の場合は、40~80kV、例えば65kVとした。ドーズ量は $1 \times 10^{16} \sim 8 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ 、例えば、燐を $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ 、ホウ素を $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ とした。ドーピングに際しては、一方の領域をフォトレジストで覆うことによって、それぞれの元素を選択的にドーピングした。この結果、N型の不純物領域114と116、P型の不純物領域111と113が形成さ

6

れ、Pチャネル型TFT(PTFT)の領域とNチャネル型TFT(NTFT)との領域を形成することができた。

【0023】その後、レーザー光の照射によってアニールを行った。レーザー光としては、KrFエキシマレーザー(波長248nm、パルス幅20nsec)を用いたが、他のレーザーであってもよい。レーザー光の照射条件は、エネルギー密度が200~400mJ/cm<sup>2</sup>、例えば250mJ/cm<sup>2</sup>とし、一か所につき2~10ショット、例えば2ショット照射した。このレーザー光の照射時に基板を200~450℃程度に加熱するとレーザー照射の効果が増大した。(図1(C))

【0024】続いて、厚さ4000~8000Å、例えば、6000Åの酸化珪素膜117を層間絶縁物としてプラズマCVD法によって形成した。この層間絶縁物としてはポリイミドまたは酸化珪素とポリイミドの2層膜を利用してもよい。さらにコンタクトホールを形成して、金属材料、例えば、窒化チタンとアルミニウムの多層膜によってTFTの電極・配線118、120、119を形成した。最後に、1気圧の水素雰囲気中で350℃、30分のアニールを行い、TFTを相補型に構成した半導体回路を完成した。(図1(D))

【0025】上記に示す回路は、PTFTとNTFTとを相補型に設けたCMOS構造であるが、上記工程において、2つのTFTを同時に作り、中央で切断することにより、独立したTFTを2つ同時に作製することも可能である。

【0026】〔実施例2〕本実施例は、アクティブ型の液晶表示装置において、スイッチング素子として各画素に設けられたNチャネル型TFTの例である。以下においては、一つの画素について説明するが、他に多数(一般には数十万)の画素が同様な構造で形成される。また、Nチャネル型TFTではなくPチャネル型TFTでもよいことはいうまでもない。

【0027】本実施例の作製工程の概略を図2に示す。本実施例において、基板200としてはコーニング7059ガラス基板(厚さ1.1mm、300×400mm)を使用した。まず、下地膜として、プラズマCVD法またはスパッタ法によって2000Åの厚さの窒化アルミニウム膜201を形成し、さらにその上に他の下地膜として酸化珪素膜202をプラズマCVD法で2000Åの厚さに形成した。窒化アルミニウムはガラス基板に比べ、10倍以上も熱伝導度が大きく、大面積の基板での温度の均一性を保つ上で好ましかった。また、窒化アルミニウムには、ガラス基板との熱膨張率を近づけて、密着性を向上させるために、窒素に対して酸素を0.01~20原子%添加してもよい。

【0028】窒化アルミニウムをプラズマCVD法によって形成するには、原料としては、トリメチルアルミニウム( $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ )とアンモニアを用いればよ

い。また、スパッタ法によって形成するには、雰囲気を窒素、もしくはアンモニアにしてアルミニウムターゲットを用いて反応性スパッタをおこなえばよい。なお、酸化珪素膜202のCVDの原料ガスとしてはTEOSと酸素を用いた。さらに、LPCVD法もしくはプラズマCVD法で非晶質珪素膜203を1000Å、酸化珪素膜204を200Åの厚さにそれぞれ形成した。そして、600℃で1時間、加熱アニールをおこない、低度の結晶珪素膜を得た。(図2(A))

【0029】この熱アニール工程の後、珪素膜をパターニングしてTFTの島状活性層205およびその上の酸化珪素膜204'のみを残存させ、その他を除去した。そして、島状活性層205にKrFレーザーを照射し、珪素膜の結晶性を向上せしめた。レーザー照射は、1か所に付き3~20ショット、エネルギー密度は200~450mJ/cm<sup>2</sup>の条件でおこなった。(図2(B))

【0030】その後、酸化珪素膜204'を除去して、島状珪素領域205の表面を露出させた。さらにテトラ・エトキシ・シラン(TEOS)を原料として、酸素雰囲気中のプラズマCVD法によって、酸化珪素のゲート絶縁膜(厚さ70~120nm、典型的には120nm)206を形成した。基板温度は350℃とした。次に公知の多結晶珪素を主成分とした膜をLPCVD法で形成し、パターニングを行うことによって、ゲート電極207を形成した。多結晶珪素には導電性を向上させるために不純物として燐を0.1~5原子%導入した。

【0031】その後、N型の不純物として、燐をイオンドーピング法で注入し、自己整合的にソース領域208、チャネル形成領域209、ドレイン領域210を形成した。そして、KrFレーザー光を照射することによって、イオン注入のために結晶性の劣化した珪素膜の結晶性を改善させた。このときにはレーザー光のエネルギー密度は250~300mJ/cm<sup>2</sup>とした。このレーザー照射によって、このTFTのソース/ドレインのシート抵抗は300~800Ω/cm<sup>2</sup>となった。レーザー照射によるアニールの工程は可視・近赤外光のランプアニールによって行ってもよい。(図2(C))

【0032】その後、酸化珪素またはポリイミドによって層間絶縁物211を形成し、さらに、画素電極212をITOによって形成した。そして、コンタクトホールを形成して、TFTのソース/ドレイン領域にクロム/アルミニウム多層膜で電極213、214を形成し、このうち一方の電極214はITO212にも接続するようにした。最後に、水素中で200~400℃で2時間アニールして、水素化をおこなった。このようにして、TFTを完成した。この工程は、同時に他の多数の画素領域においても同時に行われる。また、より耐湿性を向上させるために、全面に窒化珪素等でパッシベーション膜を形成してもよい。(図2(D))

【0033】本実施例で示したアクティブマトリクス画素トランジスタは、それほど的高速動作を要求されない。したがって、本実施例では、プロセス時間を短縮するために、最初の熱アニールの時間を、実施例1の場合よりも短い1時間とした。このため、本実施例で得られた初期の珪素膜の結晶性は実施例1のものより劣っていた。その結果、図2(B)におけるレーザー照射後の結晶性も実施例1のものに比較するとやや劣っていた。しかしながら、通常のSPC法によるものよりはるかに優れた特性が得られた。

【0034】【実施例3】図3を用いて、本実施例を説明する。基板は、ガラス転移点(歪み温度ともいう)が550~650℃のガラス基板、例えばコーニング7059を用い、実施例1のように、収縮防止のために、事前に640℃で4時間アニールした後、0.1℃で450℃まで徐冷した後、取り出したものを使用した。まず基板301上に下地膜302を形成し、さらに、プラズマCVD法によって厚さ300~800Åの非晶質珪素膜303と、厚さ200Åの酸化珪素膜304を成膜した。そして、620℃、1時間の加熱アニールをおこなった。熱アニール後、基板を2~200℃/秒の速度、好ましくは10℃/秒以上の速度で450℃までは急激に冷却した。これは、この熱アニール工程によって、基板が収縮することを防止するためである。このような急激な冷却が不可能なアニール炉においては、基板を炉外に取り出して、室温に放置することによっても同様な効果が得られる。

【0035】本実施例では、熱アニール温度が、実施例1、2の場合よりも高く、また、コーニング7059の歪み温度(593℃)よりも高いために、事前に熱処理/徐冷処理をおこなっても、基板の収縮を抑えるとは難しかった。そのような場合には、以上のようなアニール温度からの急冷が有効である。本実施例ではアニール温度が高かったために、実施例1よりも短時間のアニールであるにも関わらず、比較的結晶化度の高い(50%以上)の珪素膜が得られた。(図3(A))

【0036】そして、KrFエキシマーレーザー(波長248nm、パルス幅30nsec)を3~20ショット照射し、活性層の結晶化を助長させた。レーザーのエネルギー密度は200~450mJ/cm<sup>2</sup>であった。(図3(B))

次に、珪素膜303をパターニングして、島状の活性層領域305および306を形成した。活性層のエッチングは垂直方向に異方性を有するRIE法によって行った。(図3(C))

【0037】その後は実施例1と同様にゲート絶縁膜308、ゲート電極309、310を形成し、イオンドーピング法によって、不純物領域を形成し、これをレーザー照射によって活性化させた。(図3(D))

【0038】さらに、層間絶縁物311を形成して、こ

れにコンタクトホールを形成し、メタル配線312、313、314を形成した。(図3(E))

このようにして、相補型TFT回路を形成した。本実施例では珪素膜をパターンニングして島状活性層を形成する前にレーザー照射によって結晶化をおこなった(図3(B))。これはTFTの活性層を汚染から守る上で効果的であった。しかしながら、このように活性層のパターンニング前にレーザー照射をおこなうには、珪素膜の結晶化度がある程度、高いことが必要である。結晶化度の低い珪素膜では紫外線レーザーに対して透明度が高くないため、レーザーエネルギーの吸収が表面近傍や結晶粒界に偏り、膜の剥離等が生じる。逆に、以上の要件を満たす膜においては汚染が防止されるため、本実施例のTFTの特性(電界移動度やしきい値電圧)および信頼性は極めて良好であった。また、本実施例からも明らかのように、本発明はガラス転移点が550~650℃の基板材料において、特に有効であった。

#### 【0039】

【発明の効果】400~620℃、好ましくは、520~620℃、より好ましくは550~600℃の温度で、1~12時間の熱アニールによって0.1~99.9%、好ましくは1~99%の低度結晶化した珪素膜に対して、紫外線レーザーを照射することにより、結晶性を向上せしめることができ、良好な結晶性を有した珪素膜を安定して得ることができた。さらに、珪素膜の特性を向上させるには、水素化アニールを水素雰囲気中、200~450℃での処理により、水素を珪素膜中に添加して不対結合手を除去・中和できる。また、本発明によって、従来、数10時間も要された結晶化工程が、短縮

され、量産性を向上させることができた。このように本発明は工業上、有益であり、特に本発明は絶縁ゲイト型半導体装置の形成に極めて効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1のTFTの作製工程を示す。

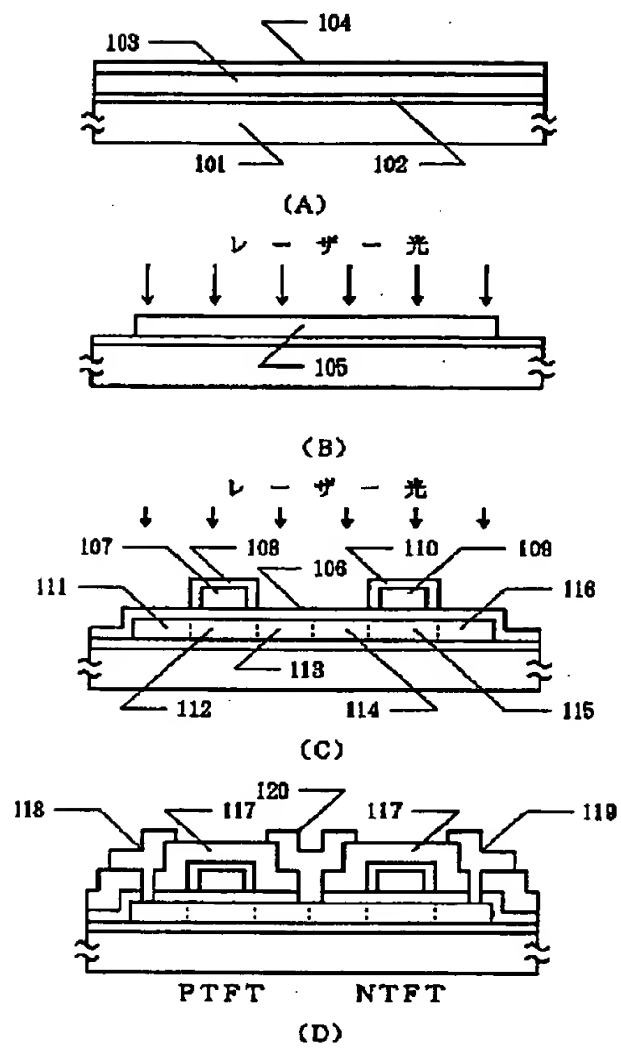
【図2】 実施例2のTFTの作製工程を示す。

【図3】 実施例3のTFTの作製工程を示す。

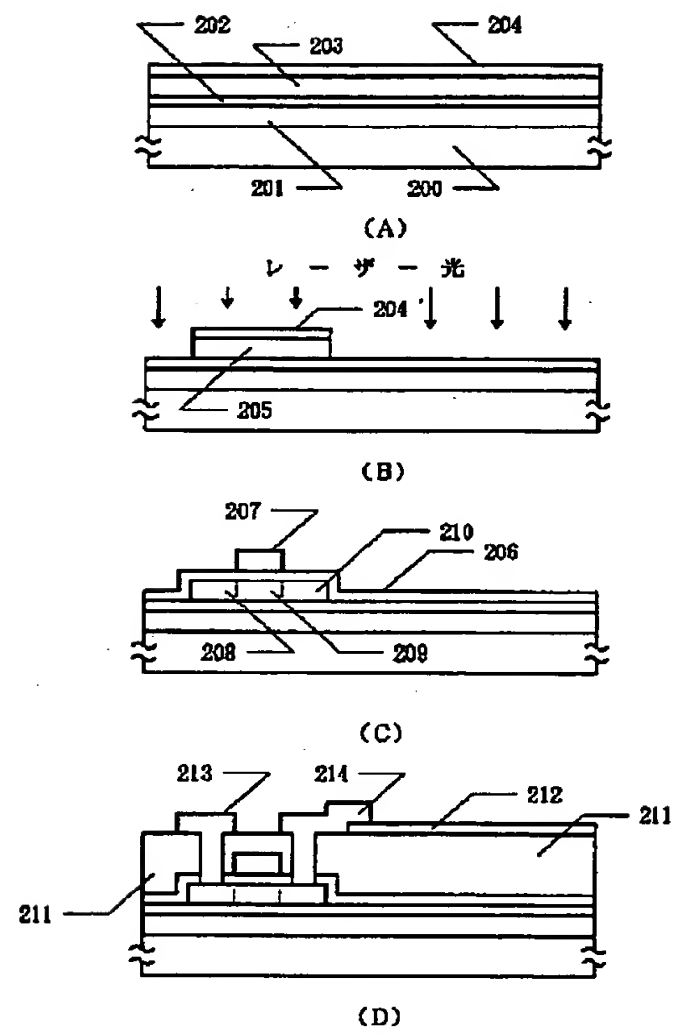
#### 【符号の説明】

101	ガラス基板
102	下地膜(酸化珪素膜)
103	珪素膜
104	酸化珪素膜
105	島状珪素膜(活性層)
106	ゲイト絶縁膜(酸化珪素膜)
107	ゲイト電極(アルミニウム)
108	陽極酸化層(酸化アルミニウム)
109	ゲイト電極
110	陽極酸化層
111	ソース(ドレイン)領域
112	チャンネル形成領域
113	ドレイン(ソース)領域
114	ソース(ドレイン)領域
115	チャンネル形成領域
116	ドレイン(ソース)領域
117	層間絶縁物
118	電極
119	電極
120	電極

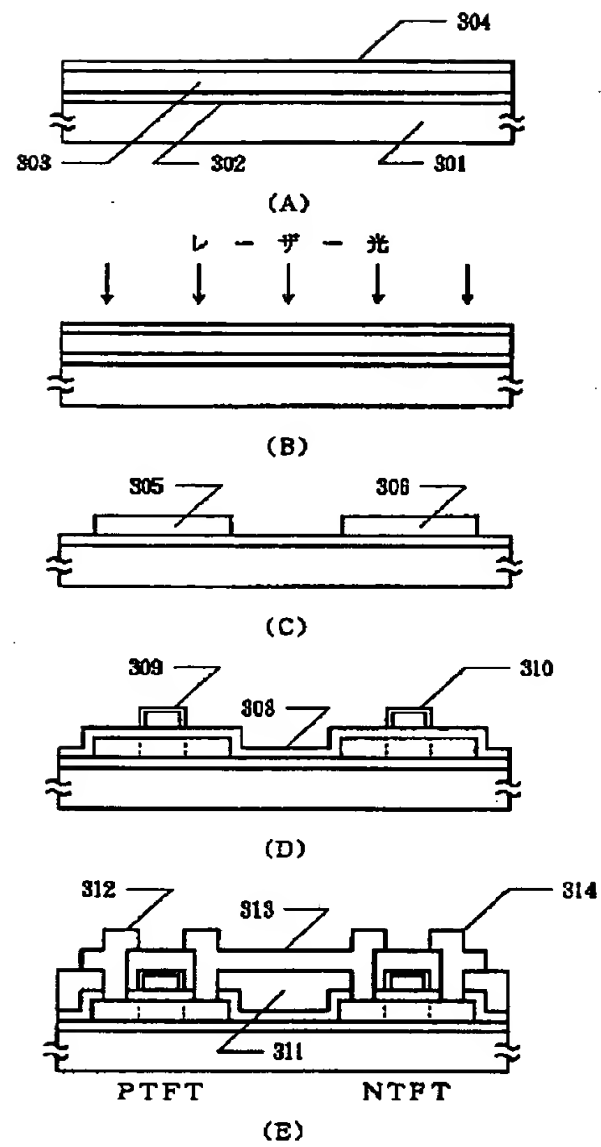
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

H01L 27/12

識別記号

片内整理番号

R

F I

技術表示箇所